ثنـائي القطب RL

ما يجب أن أعرف حتى أقول : إني استوعبت هذا الدرس

1 – يجب أن أرجع إلى كتاب السنة الثانية لأتذكر أن الوشيعة تصبح منشأ لقوة كهربائية متحرضة عندما تتغير شدة التيار فيها .

2 – يجب أن أعرف أن الوشيعة عنصر كهربائي يقاوم مرور و تغيّر التيار الكهربائي .

3 – يجب أن أعرف أن الوشيعة تتصرف كالناقل الأومي عندما يمر فيها تيار ثابت .

4 – يجب أن اعرف أن التوتر (u_L) بين طرفي الوشيعة هو مجموع توترين $u_L = ri + L\dfrac{di}{dt}$

5 – يجب أن أعرف أن الوشيعة تخزّن طـاقة مغناطيسية ولا تخزّن الشحن الكهربائية ، ولا يمكن استعمال هذه الطـاقة غير مبــاشرة .

6 – يجب أن أعرف أنه عند ربط وشيعة لطرفي مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية E ، فإن التوتر بين طرفي الوشيعة يرتفع إلى أعظم قيمة ثم يشرع في التناقص إلى أصغر قيمة له في بداية النظام الدائم .

7 – يجب أن أعرف أن عند قطع التيار عن الوشيعة تتحوّل الطاقة المغناطيسية فيها إلى طـاقة كهربائية ويمكن الحصول على توتر عالي جدا بين طرفي ناقل أومي مربوط معها .

8 – يجب أن أعرف كتابة المعادلات التفاضلية التي تخضع لها المقادير الثلاثة u_L ، i ، u_R أثناء تطبيق وأثناء قطع التيار .

9 – يجب أن أعرف كيفية حلول هذه المعادلات ورسم البيانات الخاصة بها بدلالة الزمن .

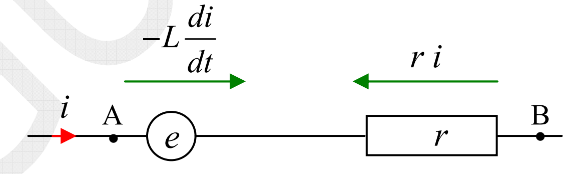
10 – يجب أن أعرف كيفية استخراج ثابت الزمن من هذه البيانات .

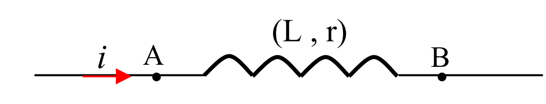
ملخص الدرس

رمزنا سابقا للتوتر بين طرفي المكثفة بـ u_c ، أما التوتر بين طرفي الوشيعة نرمز له بـ u_L (تجد في وثائق أخرى الرمز u_b كذلك)

♦ **فرق الكمون بين طرفي الوشيعة** : $\boldsymbol{u_L = ri + L\dfrac{di}{dt}}$ ، حيث r (Ohm) هي مقاومة الوشيعة و L هي ذاتيتها (Henry) .

وشيعة A B





الدارة المكافئة لوشيعة مقاومتها r وذاتيتها L

♦ **الطاقة المغناطيسية المخزنة في وشيعة** : $\boldsymbol{E = \dfrac{1}{2}Li^2}$

♦ **في النظام الدائم يكون فرق الكمون بين طرفي وشيعة** $\boldsymbol{U_L = r\,i}$

تطبيق التيار في RL

تطور التيار والتوتر بين طرفي الوشيعة

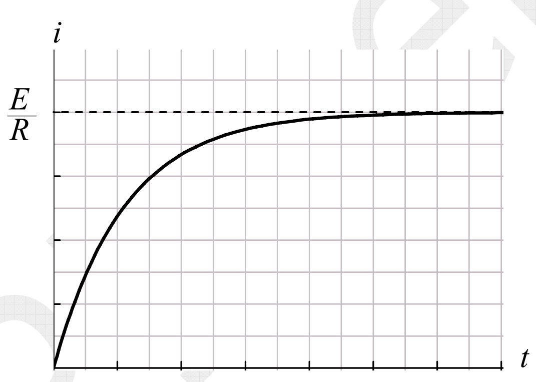
شدة التيار

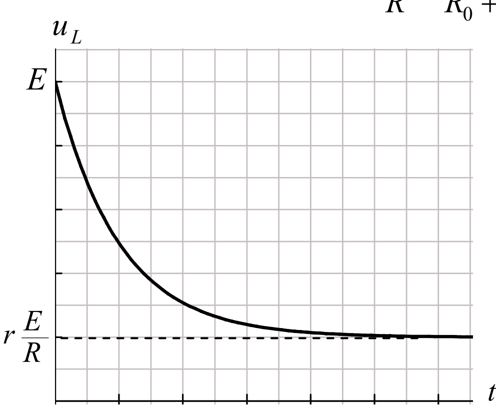
$$i = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$

التوتر الكهربائي

$$u_L = r\frac{E}{R} + Ee^{-\frac{R}{L}t}\left(1 - \frac{r}{R}\right)$$

اعتبرنا $R = R_0 + r$ حيث R_0 هي مقاومة الناقل الأومي ، وبالتالي $I = \frac{E}{R} = \frac{E}{R_0 + r}$





قطـع التيار في RL

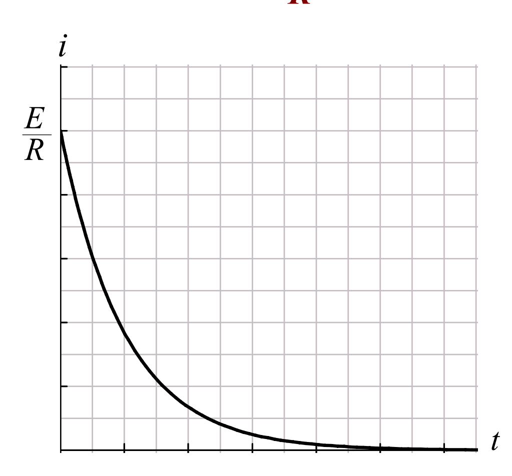
تطور التيار والتوتر بين طرفي الوشيعة

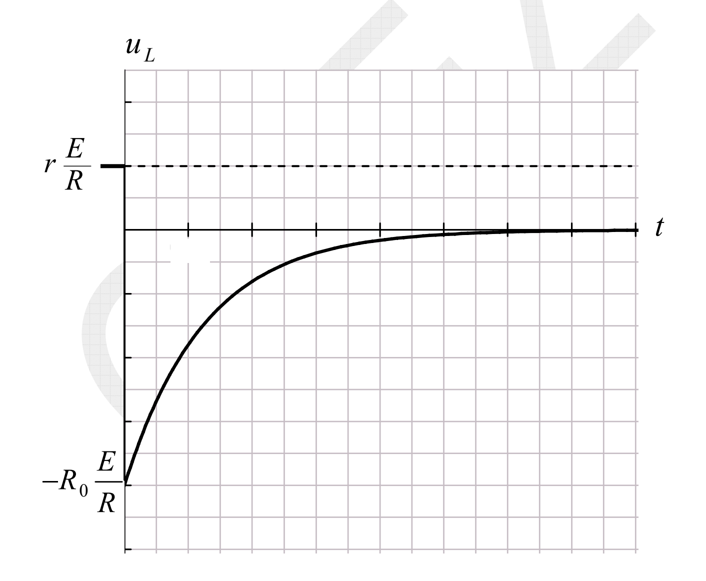
شدة التيـار

$$i = \frac{E}{R}e^{-\frac{R}{L}t}$$

التوترالكهربـائي

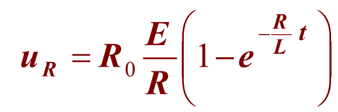
$$u_L = E\ e^{-\frac{R}{L}t}\left(\frac{r}{R} - 1\right)$$



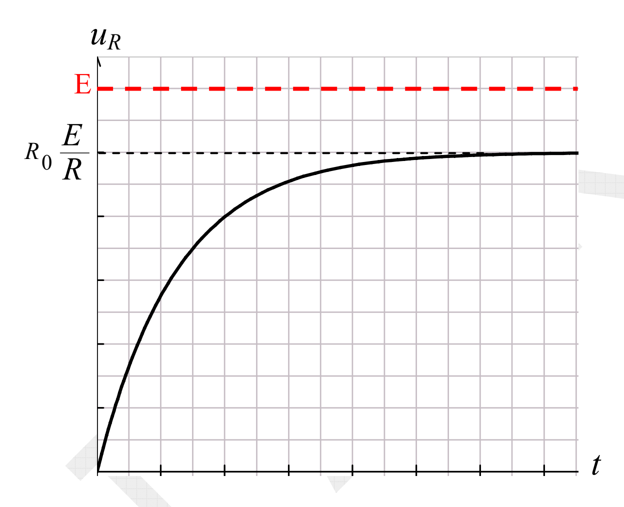


تطور التوتر بين طرفي الناقل الأومي

أثنـاء تطبيق التيار

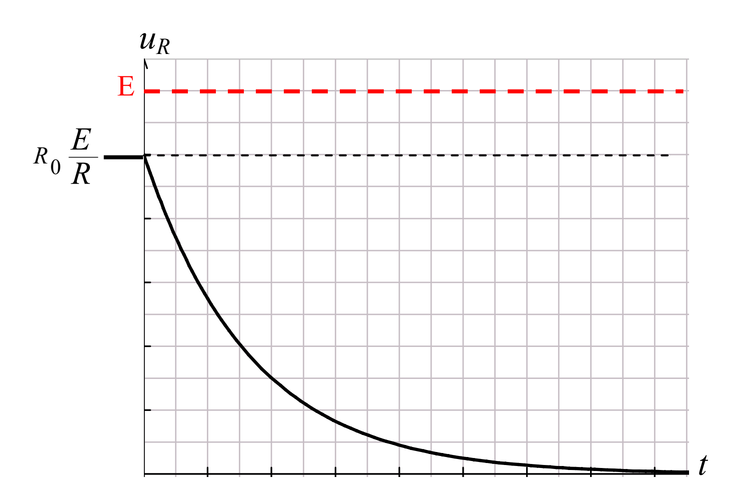


$$u_R = R_0 \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$



أثنـاء قطع التيار

$$u_R = R_0 \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t}$$



♦ **ثابت الزمن** $\tau = \frac{L}{R}$ هو مقدار متجانس مع الزمن ، وطرق استخراجه من كل هذه البيانات هي نفس الطرق التي أشرنا لها في ثنائي القطب RC .

المعادلات التفاضلية التي تخضع لها المقادير i ، u_R

تطبيق التيــار

شدة التيار في الدارة : $\frac{di}{dt} + \frac{R}{L} i = \frac{E}{R}$

التوتر بين طرفي الناقل الأومي : $\frac{du_R}{dt} + \left(1 + \frac{r}{R_0}\right)\frac{R_0}{L} u_R = \frac{ER_0}{L}$

قطع التيــار

شدة التيار في الدارة : $\frac{di}{dt} + \frac{R}{L} i = 0$

التوتر بين طرفي الناقل الأومي : $\frac{du_R}{dt} + \left(1 + \frac{r}{R_0}\right)\frac{R_0}{L} u_R = 0$

1 – الوشيعة

عنصر كهربائي يتألف من سلك (عادة من النحاس) له مقاومة r ملفوف على شكل حلقات ، مما يعطي للوشيعة مميز آخر هو الذاتية L .

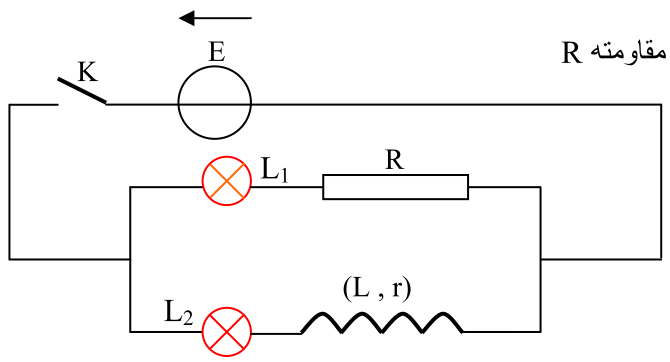
تتميز الوشيعة بمقدارين ثابتين مهما كان الزمن هما : مقاومتها r (تقاس بـ Ohm) وذاتيتها L (تقاس بـ Henry)

تجربة :

نربط في دارة كهربائية مولدا للتوتر ومصباحين متماثلين وناقلا أوميّا مقاومته R وشيعة مقاومتها r ، بحيث $R = r$ (الشكل – 1)

لما نغلق القاطعة نلاحظ :

- المصباح L_1 يشتعل في اللحظة التي نغلق فيها القاطعة .
- المصباح L_2 يشتعل بعد L_1 تدريجيا .
- بعد مدة قصيرة تصبح قوة الإضاءة في المصباحين متماثلة .



الشكل – 1

التفسير :

الوشيعة تقاوم تطبيق التيار الكهربائي في مرحلة قصيرة ، وبعد أن تصل قيمة شدة التيار إلى أعظم قيمة لها تصبح الوشيعة مجرد ناقل أومي ، إذن نحدد نظامين ، الأول **انتقالي** والثاني **دائم** بعد أن تصبح شدة التيار عظمى .

إذن الوشيعة ليست مجرد ناقل أومي

ملاحظة : الناقل الأومي يقاوم التيار ، لكن لا يقاوم تغيّر التيار ، أي أن قيمة الشدة التي يسمح بها الناقل الأومي بالمرور تمر بمجرد تطبيق التيار ، أما الوشيعة لها خاصيتان : خاصية مقاومية وخاصية تحريضية ، فهذه الخاصية الأخيرة تظهر في الوشيعة فقطلما يكون التيار يتغير ، وبمجرّد أن يصبح ثابتا تصبح للوشيعة فقط الخاصية المقاومية .

2 – التوتر بين طرفي الوشيعة :

نركّب بين النقطتين A و B وشيعة مقاومتها r وذاتيتها L . (الشكل -2)

$|e| = L\dfrac{di}{dt}$ ، $r\,i$ ، i ، A ، e ، r ، B

الشكل - 2

فإذا كانت شدّة التيار المار فيها i متغيّرة (أي $\dfrac{di}{dt} \neq 0$) ، تنشأ في الوشيعة قوة محركة كهربائية $e = -L\dfrac{di}{dt}$ ، وبالتالي يكون فرق الكمون بين طرفيها : $u_{AB} = r\,i - e$

$$u_{AB} = ri + L\frac{di}{dt}$$

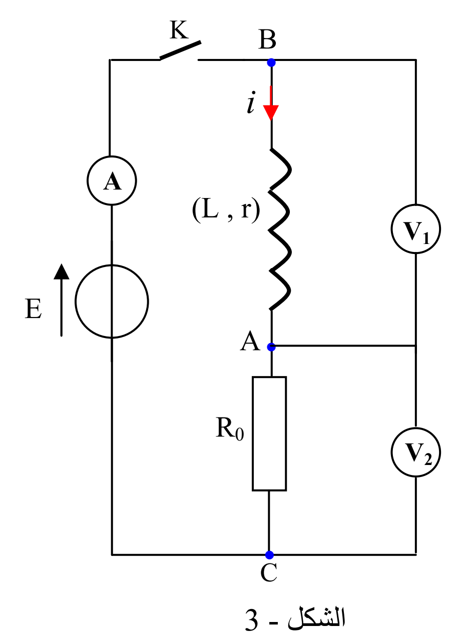
في النظام الدائم تكون شدة التيار ثابتة ، وبالتالي $\dfrac{di}{dt} = 0$ ، ويكون تصرف الوشيعة هو تصرف ناقل أومي فيصبح التوتر بين طرفيها :

$$u_{AB} = r\,i$$

3 – الدراسة التجريبية

أ – النظام الدائم :

نركّب الدارة المبيّنة في الشكل – 3 باستعمال مولد للتوتر نعتبره مثاليا قوته المحركة الكهربائية $E = 4\ V$.



الشكل - 3

بعد غلق القاطعة K نتحصّل على النتائج التالية :

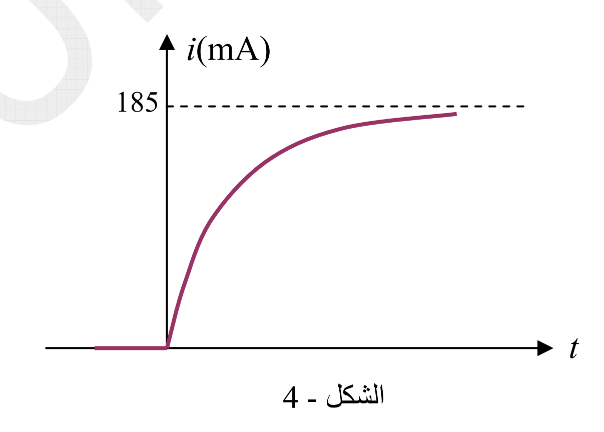
- إشارة مقياس الأمبير A : $I = 185\ mA$
- إشارة مقياس الفولط V_1 : $U_{BA} = 1{,}52\ V$
- إشارة مقياس الفولط V_2 : $U_{AC} = 2{,}47\ V$

نستنتج من هذه القياسات : $r = \dfrac{U_{BA}}{I} = \dfrac{1,52}{0,185} = 8,2\ \Omega$

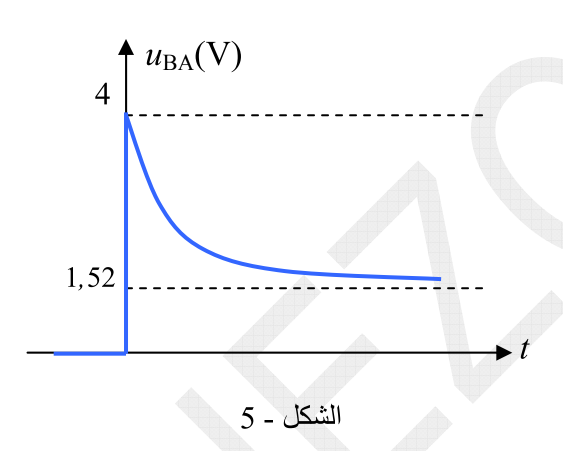
$$R_0 = \frac{U_{AC}}{I} = \frac{2,47}{0,185} = 13,3\ \Omega$$

ب – النظام الإنتقالي :

باستعمال نفس الدارة الكهربائية وإلحاقها بتجهيز خاص يسمح بمشاهدة $i\,(t)$ و u_{BA} على جهاز كمبيوتر نحصل البيانين في الشكلين 4 و 5 ، وذلك بعد غلق القاطعة .



الشكل - 4



الشكل - 5

نلاحظ :

- شدة التيار في الدارة تتطوّر حسب علاقة أسيّة (في الشكل – 4) ، وذلك من القيمة 0 إلى القيمة 185 mA ، وهذه القيمة هي :

$$I = \frac{E}{R_0 + r} = \frac{4}{13,3+8,2} = 0,186\ A \approx 185\ mA$$

- التوتر بين طرفي الوشيعة يقفز مباشرة إلى القيمة 4 V (قيمة E) (في الشكل – 5) ثم يشرع في التناقص إلى القيمة الحديّة 1,52 V .

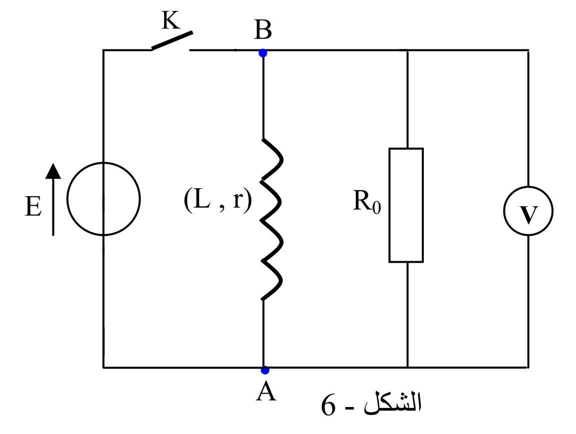
هذه القيمة للتوتر هي نفسها التي كانت بين طرفي الوشيعة خلال النظام الدائم وتمثل $r\,i$.

4 - قطع التيار في دارة الوشيعة (تقصير دارة الوشيعة)

نركّب في الدارة الكهربائية في الشكل – 6 ناقلا أوميا مقاومته $R_0 = 1\ k\Omega$ على التفرّع مع وشيعة مقاومتها $r = 8\ \Omega$ وذاتيتها L .

نستعمل مولدا للتوتر $(E = 4\ V , r \approx 0)$.

نغلق القاطعة ، فيشير مقياس الفولط إلى للقيمة $E = 4\ V$.



الشكل - 6

نحسب شدة التيار في الفرعين في النظام الدائم :

في الناقل الأومي : $I_R = \dfrac{4}{1000} = 4 \times 10^{-3}\ A$

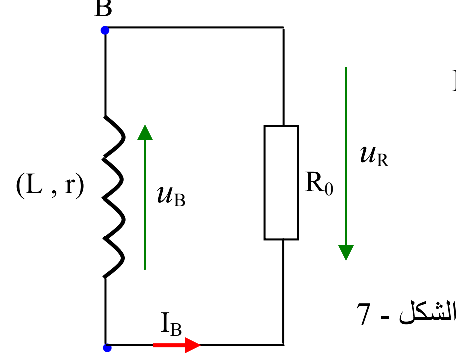
في الوشيعة : $I_B = \dfrac{4}{8} = 0,5\ A$

نرفع معيار مقياس الفولط تحسّبا لأي ارتفاع في التوترات ، ثم نفتح القاطعة فنلاحظ إبرة مقياس الفولط تنحرف في الجهة المعاكسة للجهة التي انحرفت فيها عند غلق القاطعة (صفر الجهاز يتوسط الواجهة) ، وهذه القيمة أكبر بكثير من E

تفسير الظاهرة : (الشكل – 7)

عند فتح القاطعة ينعدم التيار في الناقل الأومي (لأن $E = 0$) ، ويمر الآن في الدارة التيار I_B الذي كان يمر في الوشيعة ، لأنه لا ينعدم فجأة بل يتناقص تدريجيا . وبالتالي يبلغ التوتر بين طرفي الناقل الأومي القيمة :

$$|u_R| = u_B = R_0 I_B = 1000 \times 0,5 = 500\ V$$



الشكل - 7

هل عرفت الآن سبب إنحراف إبرة مقياس الفولط في الجهة العكسية ؟

ملاحظة : تستعمل هذه الظاهرة في تشغيل المحركات الإنفجارية (السيارات) التي تحتاج إلى توتر عال لا توفره البطارية .

ملاحظة :

لو قطعنا التيار في الدارة (الشكل – 3) ، لحصلنا على توتر بين طرفي الوشيعة $u_L = - R_0\, I$ ، حيث I هي شدة التيار التي كانت تمر في الوشيعة والناقل الأومي (لأنهما على التسلسل) . $I = \dfrac{E}{R_0 + r}$.

5 – الدراسة النظرية للوشيعة

5 – 1 – تطبيق التيار

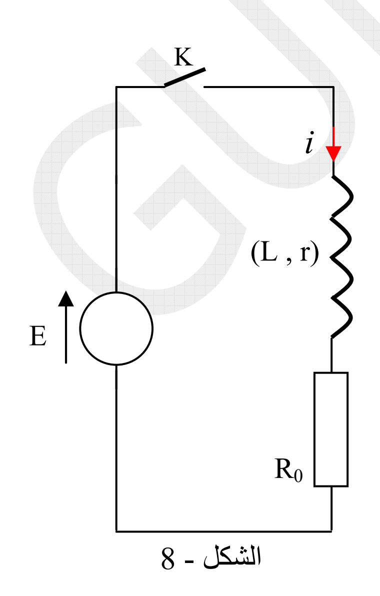
نعتبر في كل ما يلي $R = R_0 + r$ ، حيث R_0 هي مقاومة الناقل الأومي .

عند غلق القاطعة K في الشكل – 8 يصبح التوتر بين طرفي ثنائي القطب RL : $u = E$

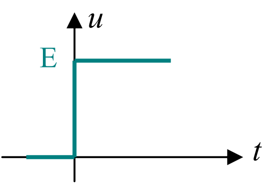
لدينا حسب قانون جمع التوترات : $u_R + u_L = E$

$$R_0 i + ri + L\frac{di}{dt} = E$$

$$Ri + L\frac{di}{dt} = E$$



الشكل - 8



هذا هو شكل التوتر الذي طبقناه على الدارة ، لأنه المولد مثالي

وبتقسيم طرفي هذه المعادلة على L ، نكتب : $\dfrac{di}{dt} + \dfrac{R}{L} i = \dfrac{E}{L}$ (1)

تخضع شدة التيار في ثنائي القطب RL للمعادلة التفاضلية :

$$\frac{di}{dt} + \frac{R}{L} i = \frac{E}{L}$$

هذه المعادلة التفاضلية لها حل من الشكل : $i = A e^{\alpha t} + B$ (2)

حيث : A ، B ، α عبارة عن ثوابت ، حيث A و α يختلفان عن الصفر .

لكي نحدّد B ، α نعوّض في المعادلة (1) : $i = A e^{\alpha t} + B$ و $\frac{di}{dt} = A \alpha e^{\alpha t}$ ، ونكتب بذلك :

$$A \alpha e^{\alpha t} + \frac{R}{L}\left(A e^{\alpha t} + B\right) = \frac{E}{L}$$

$$A e^{\alpha t}\left(\alpha + \frac{R}{L}\right) + \frac{BR}{L} = \frac{E}{L} \qquad (3)$$

لدينا في المعادلة (3) الطرف الأيمن $\frac{E}{L}$ عبارة عن قيمة ثابتة ، أما الطرف الأيسر يتغير بدلالة الزمن ، وهذا غير معقول ، ولكي يكون معقولا يجب أن يكون هذا الطرف مستقلا عن الزمن .

من أجل هذا يجب أن يكون إما العامل $A e^{\alpha t}$ معدوما ، وهذا غير ممكن لأن $A \neq 0$ و $e^{\alpha t}$ دائما موجب ، أو العامل $\alpha + \frac{R}{L} = 0$

وهذا ممكن ، وذلك لكي يصبح الطرف الأيسر مساويا لـ $\frac{BR}{L}$ ، أي قيمة ثابتة مثل الطرف الأيمن .

وبالتالي $\alpha = -\frac{R}{L}$ و $B = \frac{E}{R}$

نستنتج A من المعادلة (2) ، حيث يكون عند اللحظة $t = 0$ شدة التيار في الوشيعة $i = 0$.

بالتعويض : $0 = A e^{0} + B$ ، إذن $A = -B = -\frac{E}{R}$.

شدة التيار الكهربائي في النظام الانتقالي عند تطبيق التيار

$$i = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$

التمثيل البياني $i = f(t)$

- عندما $t = 0$ فإن $i = 0$
- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن i يؤول إلى $i = \frac{E}{R}$

نستنتج العبارة الزمنية للتوتر بين طرفي الوشيعة من العلاقة :

$$u_L = ri + L\frac{di}{dt}$$

$$u_L = r\left(\frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)\right) + L\frac{E}{R}\frac{R}{L}e^{-\frac{R}{L}t} = r\frac{E}{R} + Ee^{-\frac{R}{L}t}\left(1 - \frac{r}{R}\right)$$

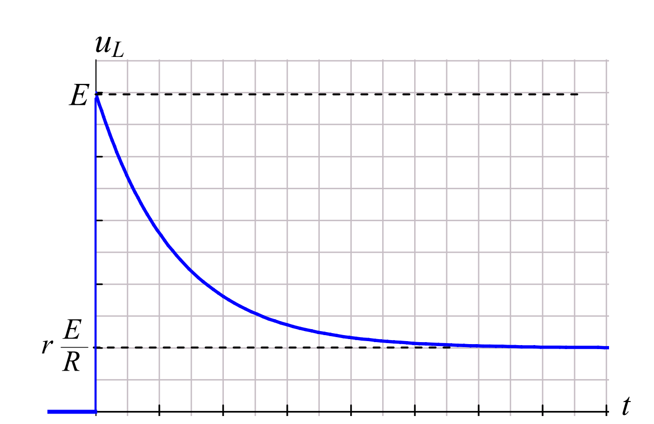
عبارة التوتر بين طرفي الوشيعة في النظام الانتقالي عند تطبيق التيار

$$u_L = r\frac{E}{R} + Ee^{-\frac{R}{L}t}\left(1 - \frac{r}{R}\right)$$

التمثيل البياني $u_L = f(t)$

- عندما $t = 0$ فإن $u_L = r\frac{E}{R} + E - \frac{Er}{R} = E$

- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن u_L يؤول إلى $u_L = r\frac{E}{R}$



5 – 2 – قطع التيار

قطع التيار عن ثنائي القطب معناه جعل E = 0 في الدارة المركبة في الشكل – 6 (عزل المولد) .

في هذه الحالة يعطينا قانون أوم في جمع التوترات : $u_R + u_L = 0$

$$Ri + L\frac{di}{dt} = 0 \qquad (4)$$

تخضع شدة التيار في ثنائي القطب RL للمعادلة التفاضلية :

$$\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = 0$$

هذه المعادلة التفاضلية لها حل من الشكل : $i = Ae^{\alpha t} + B \qquad (5)$

حيث : A ، B ، α عبارة عن ثوابت ، حيث A و α يختلفان عن الصفر

لكي نحدّد B ، α نعوّض في المعادلة (4) : $i = Ae^{\alpha t} + B$ و $\frac{di}{dt} = A\alpha e^{\alpha t}$ ، ونكتب بذلك :

$$A\alpha e^{\alpha t} + \frac{R}{L}\left(Ae^{\alpha t} + B\right) = 0$$

$$Ae^{\alpha t}\left(\alpha + \frac{R}{L}\right) + \frac{BR}{L} = 0 \qquad (6)$$

حتى تكون المعادلة (6) محققة يجب أن يكون $\alpha = -\frac{R}{L}$ و $B = 0$

نستنتج A من المعادلة (5) ، حيث تكون عند اللحظة $t = 0$ شدة التيار في الوشيعة $i = \frac{E}{R}$.

بالتعويض : $\frac{E}{R} = Ae^{0} + B$ ، إذن $A = \frac{E}{R}$.

شدة التيار الكهربائي في النظام الانتقالي عند قطع التيار

$$i = \frac{E}{R}e^{-\frac{R}{L}t}$$

التمثيل البياني $i = f(t)$

- عندما $t = 0$ فإن $i = \frac{E}{R}$

- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن i تؤول نحو الصفر .

نستنتج العبارة الزمنية للتوتر بين طرفي الوشيعة من العلاقة : $u_L = ri + L\frac{di}{dt}$

$$u_L = r\frac{E}{R}e^{-\frac{R}{L}t} - L\frac{E}{R}\frac{R}{L}e^{-\frac{R}{L}t} = E\ e^{-\frac{R}{L}t}\left(\frac{r}{R}-1\right)$$

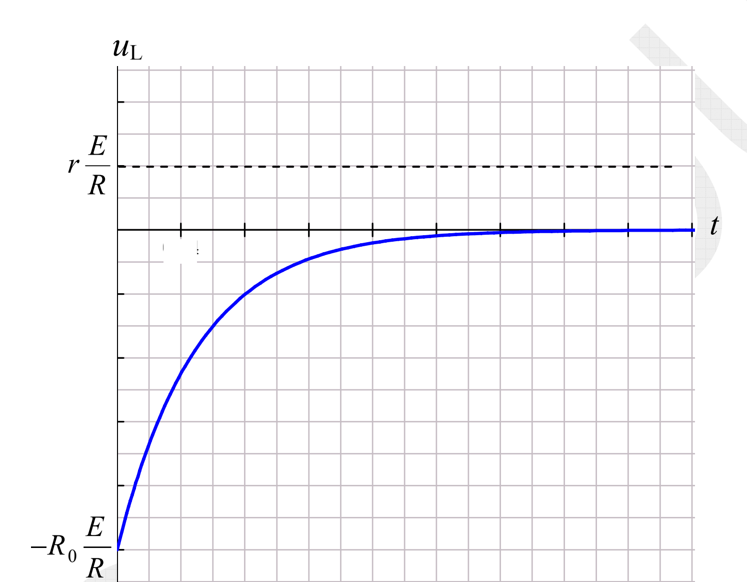
عبارة التوتر بين طرفي الوشيعة في النظام الانتقالي عند قطع التيار

$$u_L = E\ e^{-\frac{R}{L}t}\left(\frac{r}{R}-1\right)$$

التمثيل البياني $u_L = f(t)$

- عندما $t = 0$ فإن $u_L = -R_0\frac{E}{R}$

- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن u_L تؤول نحو الصفر



6 – تطور التوتر بين طرفي الناقل الأومي

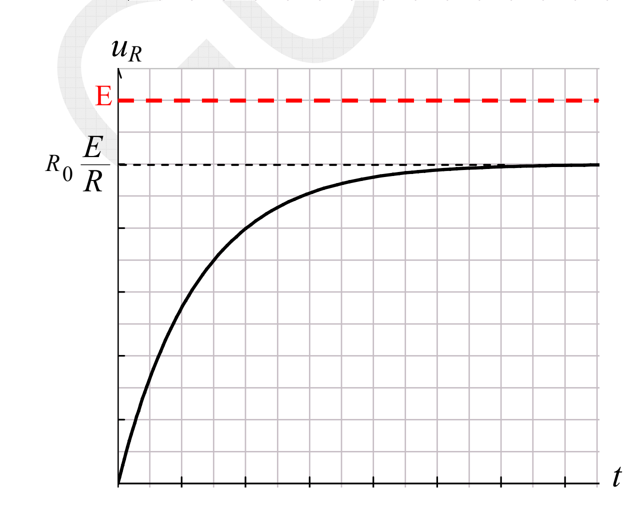
6 – 1 عند تطبيق التيار :

لدينا التوتر بين طرفي الناقل الأومي : $u_R = R_0 i = R_0\frac{E}{R}\left(1-e^{-\frac{R}{L}t}\right)$

التمثيل البياني $u_R = f(t)$

- عندما $t = 0$ فإن $u_R = 0$

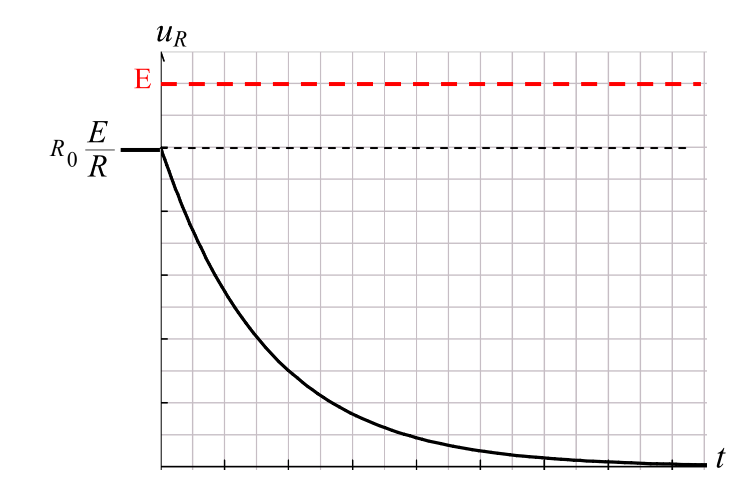
- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن u_R تؤول نحو $u_R = R_0\frac{E}{R}$



ملاحظة : إذا كانت مقاومة الوشيعة مهملة فإن u_R يؤول نحو E

6 – 2 عند قطع التيار

لدينا التوتر بين طرفي الناقل الأومي : $u_R = R_0 i = R_0 \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t}$



التمثيل البياني $u_L = f(t)$

- عندما $t = 0$ فإن $u_R = R_0 \frac{E}{R}$
- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن u_R يؤول نحو الصفر .

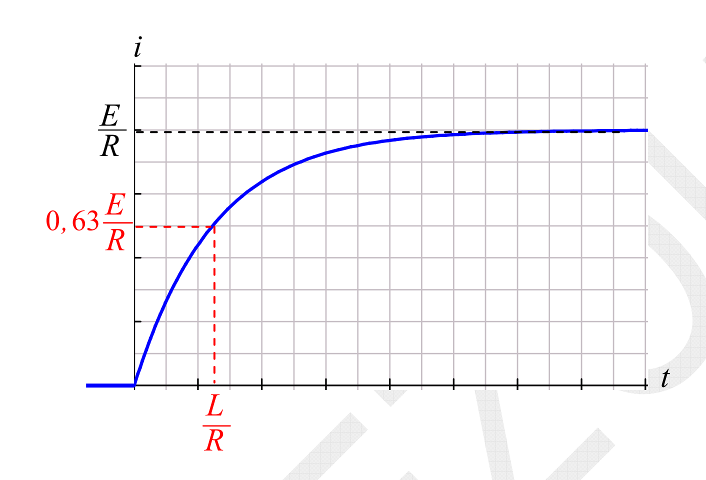
4 – ثابت الزمن

4 – 1 - تعريفه

ثابت الزمن هو $\tau = \frac{L}{R}$ ، وهو متجانس مع الزمن ، أي يُقاس بالثانية (s) ، وقيمته تعطي فكرة عن مدّة الوصول للنظـام الدائم .

نستخرجه من البيانات السابقة بنفس الطرق التي استعملناها في ثنائي القطب RC

مثلا : في البيان $i = f(t)$ عند تطبيق التيار ، وذلك **بأدق طريقة**



4 – 2 التحليل البعدي لثابت الزمن :

لدينا $e = L\frac{di}{dt} \Rightarrow L = \frac{e\,dt}{di}$ ، أي أن $[L] = \frac{[U][T]}{[I]}$

ولدينا كذلك : $[R] = \frac{[I]}{[U]}$ ، وبالتالي : $\left[\frac{L}{R}\right] = \frac{[U][T]}{[I]} \times \frac{[I]}{[U]} = [T]$ ،

الثابت $\tau = \frac{L}{R}$ مقدار متجانس مع الزمن

R هي المقاومة المكافئة لكل مقاومات النواقل الأومية في الدارة مجموعة مع مقاومة الوشيعة

ملحق

1 - تجربة تبيّن أحد استعمالات الطاقة المغناطيسية المخزّنة في الوشيعة

نركّب الدارة الموضحة في الشكل - 1

الوشيعة : ذاتيتها $L = 11{,}4\ mH$ ومقاومتها r .

مولد التوتر : قوته المحركة الكهربائية $E = 6\ V$ ومقاومته مهملة

المكثفة : سعتها $C = 5\ \mu F$

الصمام الثنائي D : الصمام الثنائي هو عنصر كهربائي يسمح للتيار الكهربائي بالمرور في جهة واحدة فقط (جهة السهم) ويمنعه من المرور في الجهة الأخرى

الشكل - 1

– نغلق القاطعة K فيشير مقياس الأمبير في النظام الدائم إلى القيمة $I = 0{,}76\ A$

المكثفة لا تُشحن لأن الصمام يمنع مرور التيار لها .

نفتح القاطعة فيشير مقياس الفولط إلى القيمة $U_{MA} = 28\ V$ ، فتُشحَنُ المكثفة .

بعد فتح القاطعة ، التيار يمر في الدارة في نفس الجهة التي كان يمر فيها قبل فتح القاطعة (حتى لو لم يوجد الصمام بعد فتح القاطعة) .

الصمام يمنع تفريغ المكثفة في الوشيعة .

الطاقة المخزنّة في الوشعة بعد غلق القاطعة : $E_b = \dfrac{1}{2} L I^2$

الطاقة المخزنة في المكثفة بعد فتح القاطعة : $E_c = \dfrac{1}{2} C U^2$

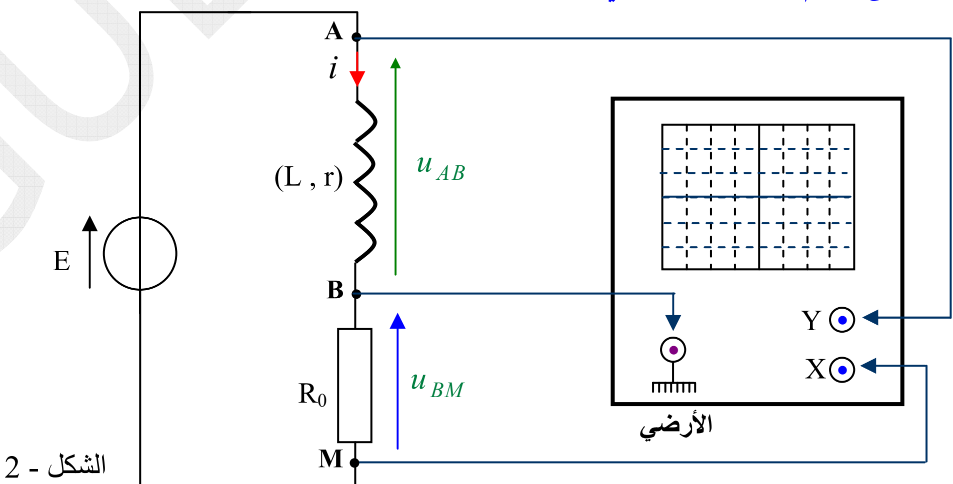
مردود تحويل الطاقة هو : $\eta = \dfrac{E_c}{E_b} = \dfrac{CU^2}{LI^2} = \dfrac{0{,}5\times10^{-6}\times(28)^2}{0{,}0114\times(0{,}76)^2} = 0{,}6$

هذا يكافئ مردودا قدره 60 % .

رغم أن المردود يظهر ضعيفا ، إلا أننا استطعنا شحن المكثفة تحت توتر قدره 28 V ، وهو أكبر بكثير من E

شُحنت المكثفة بالقوة المحركة الكهربائية التي نشأت في الوشيعة لحظة فتح القاطعة

2 - كيفية مشاهدة التوتر على راسم الاهتزاز المهبطي



الشكل - 2

لم نمثل في هذا الرسم البسيط أزرار التحكم في الجهاز ، بل اكتفينا بكيفية ربطه فقط . (الشكل 2)

يتوسط الشاشة محوران متعامدان ، المحور الشاقولي هو التوتر والمحور الأفقي هو الزمن .

لكي نشاهد توترا بين نقطتين نربط إحدى النقطتين **لأرضي** راسم الإهتزاز المهبطي والنقطة الأخرى لأحد **المدخلين** X أو Y .

فإذا ربطنا النقطة B للأرضي والنقطة A لأحد المدخلين نشاهد على شاشة راسم الإهتزاز المهبطي التوتر u_{AB} ، أي $V_A - V_B$

فإذا كان التيار يمر من A نحو B ، فإن V_A يكون أكبر من V_B . (V هو كمون النقطة) .

ثنائي قطب

A B

إذا كان هذا التوتر ثابتا نشاهد خطا أفقيا على الشاشة في النصف العلوي منها .

مقدار انحراف الخط يتعلق بقيمة التوتر بين النقطتين .

الحساسية الشاقولية : هو السلم على محور التراتيب ، أي هي عدد الفولطات لكل تدريجة على المحور الشاقولي .

سرعة المسح الأفقي : هو السلم على محور الفواصل ، أي عدد الثواني أو أجزاء الثواني لكل تدريجة على المحور الأفقي .

ملاحظة : راسم الإهتزاز عبارة عن مقياس فولط وليس مقياس أمبير ، فهو يرسم التوتر بين نقطتين بدلالة الزمن ، لا يرسم شدة التيار بدلالة الزمن .

لكن يمكن أن نشاهد عليه صورة لشدة التيار بدلالة الزمن ، فإذا أردنا هذا نربط إليه طرفي ناقل أومي فنشاهد التوتر $u = R\,i$ ، معناه نشاهد شدة التيار مضروبة في عدد هو R . فإذا كان التوتر الذي شاهدناه شكله هكذا

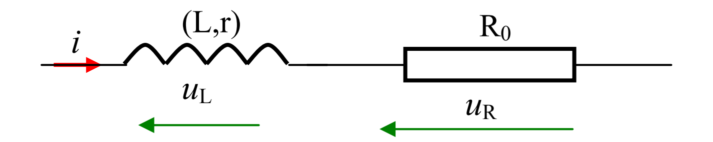
فإن شدة التيار تكون إما هكذا أو هكذا

أو نفس شكل u إذا كانت $R = 1\Omega$

في التركيب في الشكل – 2 نشاهد :

في المدخل X : التوتر بين طرفي الناقل الأومي $u_{MB} = - u_{BM}$

في المدخل Y : التوتر بين طرفي الوشيعة u_{AB}



1 – أثناء تطبيق التيار

المعادلة التي تخضع لها شدة التيار في الدارة :

حسب قانون جمع التوترات : $u_L + u_R = E$

$R_0 i + ri + L\dfrac{di}{dt} = E$ ، نضع $R = R_0 + r$ ، وبالتالي : $Ri + L\dfrac{di}{dt} = E$

وبتقسيم طرفي المعادلة على L نكتب المعادلة التفاضلية المطلوبة : $\dfrac{di}{dt} + \dfrac{R}{L} i = \dfrac{E}{L}$

المعادلة التي يخضع لها التوتر بين طرفي الناقل الأومي :

حسب قانون جمع التوترات : $u_L + u_R = E$

$u_R + ri + L\dfrac{di}{dt} = E$ ، ولدينا : $i = \dfrac{u_R}{R_0}$ ، وبالتالي $u_R + r\dfrac{u_R}{R_0} + L\dfrac{d\frac{u_R}{R_0}}{dt} = E$ ، وبما أن

R_0 ثابت نكتب : $u_R\left(1 + \dfrac{r}{R_0}\right) + \dfrac{L}{R_0}\dfrac{du_R}{dt} = E$ ، وبتقسيم طرفي هذه المعادلة على $\dfrac{L}{R_0}$ نجد المعادلة التفاضلية المطلوبة :

$$\frac{du_R}{dt} + \left(1 + \frac{r}{R_0}\right)\frac{R_0}{L} u_R = \frac{ER_0}{L}$$

2 - أثناء قطع التيــار

حسب قانون جمع التوترات : $u_L + u_R = 0$

بنفس الطرق السابقة (تطبيق التيار) نجد المعادلات التفاضلية التالية : $\dfrac{di}{dt} + \dfrac{R}{L} i = 0$ (1)

نعوّض في المعادلة (1) i بـ $\dfrac{u_R}{R}$ ونجد المعادلة التفاضلية بدلالة u_R :

$$\frac{du_R}{dt} + \left(1 + \frac{r}{R_0}\right)\frac{R_0}{L} u_R = 0$$